

Kohlenstoff und Stickstoff-Pools in einem Ackerboden nach 27 Jahren organischer und mineralischer Düngung

Felix Heitkamp¹, Kerstin Michel¹, Joachim Raupp² und Bernard Ludwig¹

Einleitung und Problemstellung

Konzeptionell ist die organische Bodensubstanz aus drei unterschiedlichen Pools (schnell, langsam, passiv) mit verschiedenen Umsatzraten zusammengesetzt (Parton et al. 1987).

Ziel der im Januar 2007 begonnenen Arbeit ist die Identifizierung der C- und N-Pools im Darmstädter Langzeit-Düngungsversuch

Unter Rottemistdüngung werden im Boden größere, langsame Pools mit geringerer Umsatzrate erwartet. Durch einen erhöhten organischen Eintrag mit zunehmender Düngungsstufe erhöht sich vermutlich die C-Speicherung im langsamen Pool.

Material und Methoden

Seit 1981 werden im Darmstädter Langzeitversuch (sandige Braunerde) Mineraldünger (MIN) und Rottemist ohne (RM) und mit (RMB) biodynamischen Präparaten verglichen. Die drei Düngungsstufen sind Stickstoff (N) normiert und betragen von 60, 100, 140 kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹.

Zur Bestimmung des Mineralisierungspotentials wurde eine Laborinkubation nach Stanford & Smith (1972) bei 10°C durchgeführt. Die C-Poolgrößen wurden durch Kombination von Kurvenanpassung und chemischer Fraktionierung bestimmt (Paul et al. 2006). Die Größe des passiven Pools (C_{passiv}) ergab sich durch Oxidation mit Na₂S₂O₈ (Helfrich et al. 2007). Durch Kurvenanpassung mit einem doppelt exponentiellem Zwei-Pool-Modell wurde die Größe des schnellen (C_{schnell}) und langsamen Pools (C_{langsam}) und deren Abbaukonstanten (k) mit folgender Formel geschätzt:

$$C_{\min} = C_{\text{schnell}} * (1 - \exp(-k_{\text{schnell}} * t)) + C_{\text{langsam}} * (1 - \exp(-k_{\text{langsam}} * t))$$

min: mineralisiert, t: Zeit

Bedingung: $C_{\text{langsam}} = C_{\text{org}} - (C_{\text{passiv}} + C_{\text{schnell}})$

¹ Fachgebiet Umweltchemie, Universität Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen (heitkamp@uni-kassel.de)

² Institut für Biodynamische Forschung, Brandschneise 5, 64295 Darmstadt

Ergebnisse und Diskussion

Die Menge an mineralisiertem CO₂-C (Abb. 2) pro Einheit organischem Kohlenstoff (C_{org}) beträgt nach 119 Tagen zwischen 26,9 mg g⁻¹ (RM 60) und 46,2 mg g⁻¹ (MIN 140). Zwischen der CO₂-C Freisetzung der Düngungsarten bestehen signifikante Unterschiede, die Unterschiede zwischen den über die Raten gemittelten Düngerarten sind nicht signifikant (p = 0,16).

Zwischen den Varianten unterscheidet sich der passive C-Pool nicht (Abb. 1, Mittelwert 2,45 mg g⁻¹ Boden). Auch der schnell umsetzbare C-Pool liegt erwartungsgemäß bei allen Behandlungen in der gleichen Größenordnung (0,095 bis 0,145 mg g⁻¹).

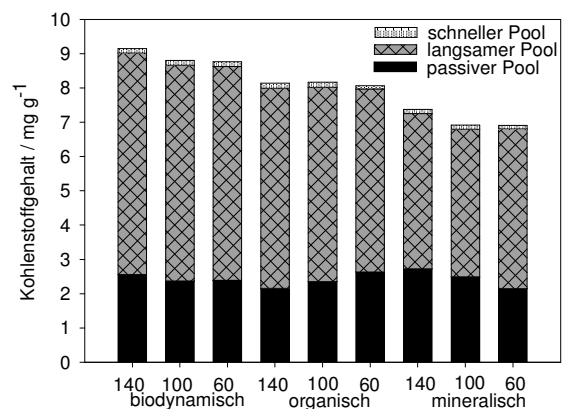


Abbildung 1: Größen der schnellen, langsamen und passiven C-Pools der A_p-Horizonte (0-25 cm).

Die Unterschiede von k_{schnell} zwischen den Varianten sind marginal, mit einer Tendenz zu schnellerem Umsatz bei mineralischer und niedriger Düngung (Tab. 1).

Bei Mistdüngung ist der langsame Pool größer als bei mineralischer Düngung (Abb. 1, RMB 140: 6,46 mg g⁻¹, MIN 60: 4,31 mg g⁻¹). Trotz unterschiedlich hoher Zufuhr organischer Substanz in den Düngungsartenvarianten ist kein Unterschied in der Poolgröße C_{langsam} hinsichtlich der Düngungsrate erkennbar. Dem entsprechend tendiert k_{langsam} zu größeren Werten (Tab. 1) bei höherer Düngung.

Tabelle 1: Abbaukonstanten und mittlere Verweildauer (MRT = 1/k) der schnellen und langsamen C-Pools.

Düngungs-variante	k_{schnell} (Tag ⁻¹)	MRT (Tage)	k_{langsam} (Tag ⁻¹)	MRT (Jahre)
MIN 60	0,082	12	0,00022	13
MIN 100	0,076	13	0,00024	11
MIN 140	0,052	19	0,00041	7
RM 60	0,077	13	0,00019	14
RM 100	0,042	24	0,00022	13
RM 140	0,045	22	0,00029	9
RMB 60	0,072	14	0,00017	16
RMB 100	0,038	26	0,00027	10
RMB 140	0,049	20	0,00028	10

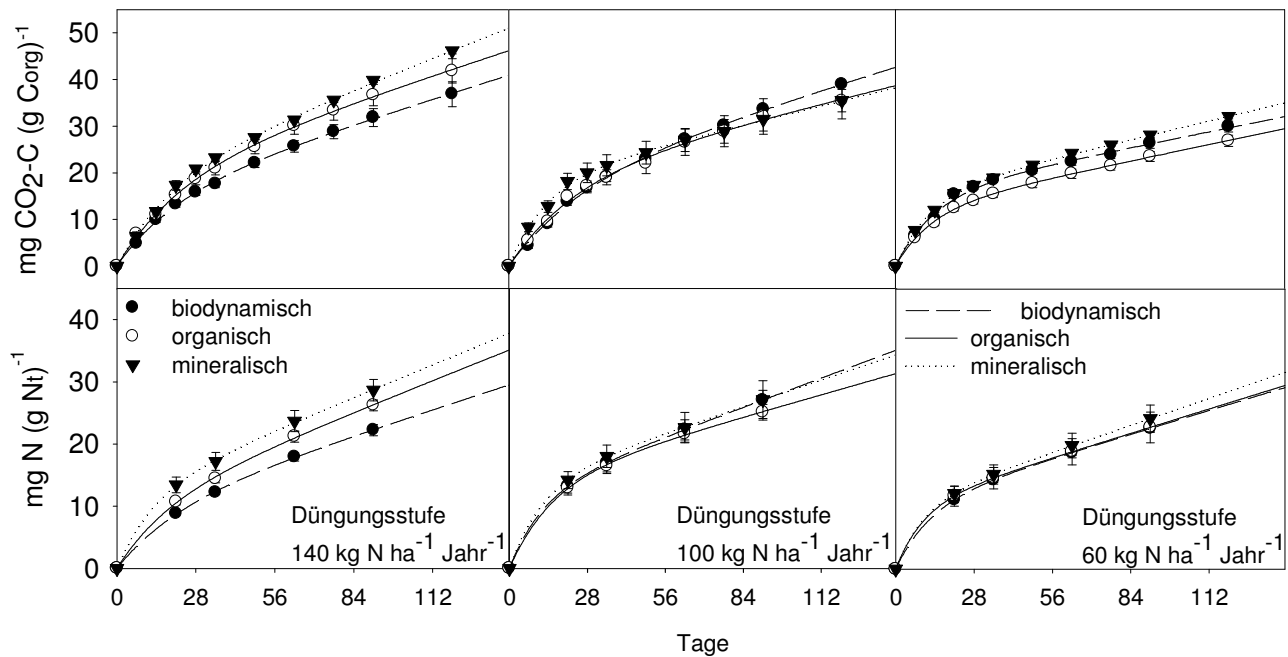


Abbildung 2: Kumulative CO₂-C und Netto-N-Freisetzung des Ap-Horizontes (0-25 cm) bei unterschiedlicher Düngerart und -menge. Mittelwerte mit Standardfehler (n=4).

Schlussfolgerung

Durch die Düngung mit Rottemist erhöht sich die C-Speicherung im langsamen Pool.

Eine Erhöhung der Düngermenge innerhalb praxisüblicher Mengen bedingt keine erhöhte C-Speicherung, aber einen erhöhten Umsatz des langsamen Pools.

Unterschiede zwischen der biodynamischen und organischen Mistdüngung sind beim Umsatz nicht zu erkennen.

Dank

Diese Arbeit wurde im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanzierten Graduiertenkollegs 1397 „Steuerung von Humus- und Nährstoffhaushalt in der Ökologischen Landwirtschaft“ erstellt. Wir danken Anja Sawallisch für exzellente technische Unterstützung.

Referenzen

- Helfrich et al. 2007, Eur. J. Soil Sci., im Druck
 Parton et al. 1988, Biogeochem .5, 109
 Paul et al. 2006, Soil Sci. Soc. Am .J. 70, 1023
 Stanford & Smith 1972, Soil Sci .Soc .Am. Proc. 36, 465